



ENVIRONMENTAL DIVISION

Per

ENI S.p.A.

Divisione Refining & Marketing

**Siti di cui all'accordo transattivo del
15/02/05 stipulato con il Ministero
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e
Ministero delle Infrastrutture e Trasporti:
Raffineria di Venezia, Stabilimento
Produzione Lubrificanti, Ex deposito GPL,
area ex AgipPetroli del deposito PetroVen**

Progetto definitivo di bonifica delle acque di falda

(ai sensi del DM 471/99)

Contratto FWIENV n° 1-BH-0220A

FOSTER WHEELER ITALIANA S.p.A.

VIA S. CABOTO, 1 - 20094 CORSICO (MILANO) ITALY - TEL. +39 024486.1 - FAX +39 024486.3112

CAPITALE SOCIALE I.V. € 16.500.000 - CODICE FISCALE/PARTITA IVA/REG. IMPRESE MILANO 00897360152 - R.E.A. MI N. 511367

SOCIETA' SOGGETTA ALLA DIREZIONE E COORDINAMENTO DELLA CONTROLLANTE FOSTER WHEELER CONTINENTAL EUROPE S.r.l., SOCIO UNICO

INDICE

1. PREMESSA	5
2. SCOPO DEL LAVORO	7
3. RIFERIMENTI	9
3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
3.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	10
3.2.1 Documenti FWIENV.....	10
3.2.2 Altri documenti.....	12
4. OBIETTIVI GENERALI DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA	14
4.1 ACQUE DI FALDA	16
5. ANALISI DELLE TECNOLOGIE DI BONIFICA.....	18
5.1 TECNOLOGIE DI BONIFICA DISPONIBILI.....	18
5.2 ACQUE DELLA FALDA DI RIPORTO.....	19
5.2.1 Tecnologie applicabili	19
5.2.2 Tecnologie non applicabili	21
5.3 ACQUE DELLA PRIMA FALDA.....	21
5.3.1 Tecnologie applicabili	21
5.3.2 Tecnologie non applicabili	23
6. TECNOLOGIE SELEZIONATE PER LA BONIFICA	26
6.1 ACQUE DELLA FALDA DEL RIPORTO	26
6.2 ACQUE DELLA PRIMA FALDA.....	27
7. RIUTILIZZO DELLE ACQUE DI FALDA	28
7.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO	28

7.2	DETERMINAZIONE DELLE BASI DI PROGETTO	29
7.3	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI PRETRATTAMENTO	30
7.3.1	Unità 1 –Serbatoio S-01.....	31
7.3.2	Unità 2 –Filtri a cartuccia PK 01 A/B.....	32
7.3.3	Unità 3 –Filtri a carboni attivi F 01 A/B.....	32
7.4	UBICAZIONE DELL’IMPIANTO.....	33
7.5	AREA DI DEPOSITO PRELIMINARE TERRENO SCAVATO.....	34
7.6	MONITORAGGIO IN CORSO D’OPERA	36
8.	GESTIONE DELLA SICUREZZA DURANTE LE ATTIVITA’ DI BONIFICA .	37
9.	TEMPISTICA DEGLI INTERVENTI	39
10.	STIMA DEI COSTI DI INTERVENTO	40

INDICE DEGLI ALLEGATI

ALLEGATO 1: Ubicazione dei siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti: Raffineria di Venezia, Stabilimento Produzione Lubrificanti, Ex deposito GPL, area ex AgipPetroli del deposito PetroVen.....	42
ALLEGATO 2: Interventi di conterminazione previsti dal Magistrato alle Acque di Venezia per i tratti spondali di pertinenza Eni S.p.A. Div. R&M.....	43
ALLEGATO 3: Rassegna delle tecnologie disponibili di bonifica	44
ALLEGATO 4: Documenti EniTecnologie relativi alla presenza di Arsenico nelle acque di falda.....	45
ALLEGATO 5: Stima della portata d'acqua della falda del riporto afferente alla laguna .	46
ALLEGATO 6: Basi di progetto dell'impianto di trattamento acque di falda per il riutilizzo interno alla Raffineria	47

SEZIONI SPECIFICHE

Sezione 1: Raffineria e Stabilimento Produzione Lubrificanti

Sezione 2: Area ex AgipPetroli del Deposito Petroven

Sezione 3: Ex Deposito GPL

1. PREMESSA

Il presente documento, redatto da Foster Wheeler Italiana S.p.A. - Environmental Division (FWIENV nel seguito) per Eni S.p.A. Divisione Refining & Marketing (Div. R&M nel seguito), costituisce il Progetto Definitivo di Bonifica delle acque di falda sottostanti i siti per i quali, in data 15/02/05, è stato stipulato tra ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing, il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, un accordo transattivo che vede la partecipazione finanziaria della Società alle opere di marginamento di competenza del Magistrato alle Acque di Venezia in corso di attivazione, come previsto dal piano di interventi proposto nel documento Master Plan dell'Accordo di Programma per la Chimica a Porto Marghera.

La stipula del predetto accordo costituisce adempimento da parte di ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing agli obblighi di messa in sicurezza d'emergenza di cui al D.M. 471/99, con riferimento alle aree dell'Isola di Raffineria e dell'Isola dei Serbatoi di propria competenza: la Raffineria, lo Stabilimento Produzione Lubrificanti di Venezia, l'ex Deposito GPL e l'area ex AgipPetroli del Deposito Petroven (vedi planimetria riportata in ALLEGATO 1).

Il documento è composto di una parte generale in cui sono sviluppati i temi comuni ai siti di proprietà ENI S.p.A. Div. R&M sopra elencati e di n° 3 sezioni specifiche, relative rispettivamente alla Raffineria e allo Stabilimento Produzione Lubrificanti (Sezione 1), ex Area AgipPetroli del Deposito Petroven (Sezione 2), ex Deposito GPL (Sezione 3), nelle quali sono riportate le informazioni di dettaglio relative allo stato ambientale ed agli interventi di bonifica previsti.

In particolare, per quanto riguarda la Raffineria, lo STAP e l'Area ex AgipPetroli del Deposito Petroven si sono concluse le attività di caratterizzazione ambientale delle acque di falda, così come condivise con la Conferenza dei Servizi. Per quanto riguarda l'area dell'ex Deposito GPL, sono in fase di esecuzione le attività integrative di indagine descritte nel documento FWIENV "Sintesi delle attività di caratterizzazione condotte e proposte di integrazione al Piano della Caratterizzazione" del dicembre 2004 approvato

con prescrizioni in sede di Conferenza di Servizi del 1 marzo 2005. I risultati di tali attività e le eventuali integrazioni al presente Progetto di Bonifica delle acque di falda saranno oggetto di uno specifico documento che sarà trasmesso per approvazione agli Enti competenti.

Marzo 2005

Rev. 0

6 di 47

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda
Contratto FWIENV n° 1-BH-0220

2. SCOPO DEL LAVORO

Nel presente Progetto di Bonifica, FWIENV, sulla base dei risultati delle attività di caratterizzazione ambientale e dei monitoraggi condotti nel periodo 1999-2004, ha definito il modello concettuale dei siti in esame ed analizzato le tecnologie di bonifica applicabili per il risanamento delle acque di falda risultate contaminate, individuando quelle più idonee allo scopo.

Il documento, predisposto nel rispetto delle indicazioni fornite dall'Allegato 4 al D.M. 471/99, comprende nella parte generale:

- i documenti progettuali e le normative di riferimento;
- gli obiettivi degli interventi di bonifica;
- la descrizione delle tecnologie applicabili al sito in esame e la definizione dei criteri che hanno ispirato la scelta dei sistemi di bonifica;
- la descrizione degli interventi di bonifica comuni a tutte le aree di pertinenza ENI S.p.A. Div. R&M;
- le modalità di gestione della sicurezza durante la realizzazione delle attività di bonifica;
- la stima dei tempi e dei costi degli interventi previsti.

Nelle singole sezioni relative ai diversi siti in esame sono inoltre contenute:

- l'inquadramento geografico dell'area, un richiamo alle attività pregresse ed attuali svolte sul sito, le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche;
- il quadro del grado e distribuzione della contaminazione rilevata;
- il modello concettuale del sito;

- la descrizione delle attività di messa in sicurezza d'emergenza pregresse, attuali e future;
- la descrizione delle attività di bonifica e il dimensionamento delle specifiche opere previste nei diversi siti.

Il progetto prevede, inoltre, un piano di monitoraggio e controllo finalizzato a verificare la prestazione dei sistemi di bonifica di cui è prevista la messa in opera.

Particolare attenzione, nella redazione del presente documento, è stata rivolta alle problematiche connesse con la necessità di procedere all'esecuzione di attività di bonifica presso insediamenti produttivi tuttora in esercizio (ad eccezione dell'ex Deposito GPL), caratterizzati dalla presenza di numerose strutture superficiali (impianti, serbatoi di stoccaggio prodotti, edifici, linee elettriche fuori terra, etc.) ed interrate (aste fognarie, linee elettriche, parte della rete antincendio, condotte acque di raffreddamento, rete acqua potabile, etc.), in accordo a quanto previsto dall'art. 10 comma 11 del D.M. 471/99.

3. RIFERIMENTI

3.1 Normativa di riferimento

Il seguente documento è stato redatto secondo le prescrizioni contenute nelle seguenti normative vigenti in materia ambientale:

- Decreto Legislativo n° 22 del 5 Febbraio 1997 (Decreto Ronchi);
- Decreto del Ministero dell'Ambiente n° 471 del 25 ottobre 1999: *“Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell’Art. 17 del Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n.22, e successive modificazioni e integrazioni”*;

In particolare, le prescrizioni di legge relative alla stesura del Progetto definitivo di bonifica, sono contenute nel Decreto Ministeriale n° 471/99. Tale Decreto definisce le massime concentrazioni ammissibili degli inquinanti organici ed inorganici nelle acque di falda, superate le quali si deve procedere ad un intervento di messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale.

Qualora i suddetti limiti non possano essere raggiunti nonostante l'applicazione, secondo i principi della normativa comunitaria, delle migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili, l'Autorità competente può autorizzare progetti di “bonifica con misure di sicurezza e ripristino ambientale” o “interventi di messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale” che garantiscano, comunque, la tutela ambientale e sanitaria. Nel primo caso, i valori di concentrazione residua ammissibili (obiettivi di bonifica) saranno determinati in base ad una metodologia di analisi di rischio riconosciuta a livello internazionale.

Per la valutazione della qualità delle acque di falda, sono stati considerati i limiti tabellari contenuti nel D.M. 471/99 (Allegato 1: Tabella Acque Sotterranee) ed in base a quanto prescritto dal MinAmb durante le conferenze dei servizi del 27 febbraio 2004 e del 06 agosto 2004, i parametri MTBE con limite di riferimento pari a 10 µg/l ed il parametro

Idrocarburi Totali espressi come n-alcani C10-C40, in accordo con le metodiche suggerite dal parere ISS n°4541 del 1/12/2003, per il quale si considera il limite di 10 µg/l.

3.2 Documentazione di riferimento

3.2.1 Documenti FWIENV

Fino ad oggi, a seguito delle diverse campagne di indagine effettuate, sono stati emessi i seguenti documenti:

Raffineria di Venezia e STAP

- *“Monitoraggio del sottosuolo e progetto di fattibilità”* – Gennaio 2000;
- *“Integrazione al rapporto: Monitoraggio del sottosuolo e progetto di fattibilità”* – Luglio 2000;
- *“Monitoraggio delle acque di falda”* – Luglio 2000;
- *“Analisi integrativa sulla radioattività dei fosfogessi”* – Dicembre 2000
- *“Monitoraggio delle acque di falda”* – Gennaio 2001;
- *“Area sala controllo bunkerizzata - Attività di caratterizzazione del sottosuolo condotte ai sensi del DM 471/99”* – Aprile 2001
- *“Area nuovo impianto SWS3 - Attività di caratterizzazione del sottosuolo condotte ai sensi del DM 471/99”* – Aprile 2001
- *“Area nuovo Reattore RC3 - Attività di caratterizzazione del sottosuolo condotte ai sensi del DM 471/99”* – Agosto 2001
- *“Monitoraggio delle acque di falda”* – Ottobre 2001;

- *“Aree revamping impianti HF1, HF2 e RZ1 - Attività di caratterizzazione del sottosuolo condotte ai sensi del DM 471/99”* – Giugno 2002;
- *“Area revamping impianto TE- Attività di caratterizzazione del sottosuolo condotte ai sensi del DM 471/99”* – Giugno 2002;
- *“Monitoraggio delle acque di falda”* – Ottobre 2002;
- *“Monitoraggio delle acque di falda”* – Giugno 2003.
- *“Sintesi delle attività di caratterizzazione condotte e proposte di integrazione al Piano della Caratterizzazione e di azioni di Messa in Sicurezza e di Bonifica”, rev. 1, redatto ai sensi del D.M. 471/99 da FWIENV nel febbraio 2004;*
- *“Dati analitici relativi alle attività di Caratterizzazione Ambientale (ai sensi del D.M. 471/99)” dell’Ottobre 2004 – relativo all’Isola dei Serbatoi;*
- *“Dati analitici relativi alle attività di Caratterizzazione Ambientale (ai sensi del D.M. 471/99)” del Novembre 2004 - relativo alla Macroisola “Isola di Raffineria”;*
- *“Note di Risposta alle Osservazioni presentate dal Ministero dell’Ambiente (Conferenza dei Servizi del 13/12/2004)” del Dicembre 2004*
- *“Relazione Tecnica Descrittiva delle attività integrative di Caratterizzazione Ambientale” del Gennaio 2005;*
- *“Relazione tecnica integrativa sulle attività di messa in sicurezza d'emergenza effettuate (in risposta alle prescrizioni emerse in sede di Conferenza di Servizi Decisoria – 31/12/04)” del Gennaio 2005;*
- *“Messa in Sicurezza d’Emergenza dei suoli e delle acque sotterranee - Studio di analisi di rischio” del febbraio 2005;*
- *“Progetto Preliminare di Bonifica dei suoli” del marzo 2005.*

Area Ex AgipPetroli del deposito Petroven

- “Rapporto finale di indagine ambientale” – Dicembre 1999;
- “Sintesi delle attività di caratterizzazione condotte e proposte di integrazione al Piano della Caratterizzazione e di azioni di Messa in Sicurezza” – Gennaio 2004;
- “Note di risposta alle richieste della Regione Veneto (16 febbraio 2004) e alle osservazioni presentate dal Ministero dell’Ambiente (Segreteria Tecnica dell’Accordo di Programma per la Chimica a Porto Marghera – Venezia – 27/02/2004)” – Marzo 2004;
- “Integrazioni al Piano della Caratterizzazione (come richiesto dal Verbale della Conferenza dei Servizi decisoria del 6 agosto 2004)” – Ottobre 2004;
- “Relazione tecnica descrittiva delle attività integrative di Caratterizzazione Ambientale” – Dicembre 2004;
- “Messa in sicurezza dei suoli e delle acque sotterranee – Studio di Analisi di Rischio” – Marzo 2005.

Ex Deposito GPL

- “Rapporto finale di indagine ambientale” – Ottobre 1999;
- “Attività integrativa di caratterizzazione ambientale” – Maggio 2001;
- “Sintesi delle attività di caratterizzazione condotte e proposte di integrazione al Piano della Caratterizzazione” – Dicembre 2004.

3.2.2 Altri documenti

Nel presente progetto sono richiamati, direttamente o indirettamente, il “Master Plan per la bonifica dei siti inquinati di Porto Marghera” ed i seguenti documenti ad oggi a disposizione della Raffineria:

Marzo 2005

Rev. 0

12 di 47

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero
dell’Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda
Contratto FWIENV n° 1-BH-0220

- ✓ “Interventi per l’arresto e l’inversione dei processi di degrado della laguna – Sistemazione della sponda Ovest dell’Isola dei Serbatoi petroliferi – Progetto esecutivo”, redatto nel Settembre 2003;
- ✓ “Sistemazione della sponda Nord e Sud dell’Isola dei Serbatoi petroliferi”, redatto nel Dicembre 2004;
- ✓ “Progetto esecutivo degli interventi di sistemazione ambientale del Canale Industriale Brentella a Porto Marghera – Progetto Generale di prima fase – Adeguamento alle prescrizioni del comitato tecnico di magistratura n.18 del 20 Febbraio 2003”, redatto nel Gennaio 2003;
- ✓ “Sistemazione della sponda Nord del Canale Vittorio Emanuele III a Porto Marghera – Progetto preliminare”, redatto nel Giugno 2004;
- ✓ “Intervento di bonifica con misure di sicurezza dell’area demaniale “I Pili” a Venezia – Porto Marghera – Primo stralcio di emergenza – Progetto esecutivo”, redatto nel Giugno 2004.

redatti dal Consorzio Venezia Nuova, e lo

- ✓ “Studio Idrogeologico del contributo alla ricarica della falda nella zona di Porto Marghera (VE)”

redatto dall’Università degli Studi di Padova.

4. OBIETTIVI GENERALI DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA

Il modello concettuale dei siti di Raffineria, STAP, Area ex AgipPetroli del Deposito Petroven ed ex Deposito GPL, descritto nelle relative Sezioni, ha sintetizzato le caratteristiche ambientali ed idrogeologiche delle aree in esame, fornendo le basi conoscitive per procedere alla definizione degli interventi necessari per la bonifica/messa in sicurezza delle acque sotterranee di pertinenza ENI S.p.A. Div. R&M. I dati raccolti hanno evidenziato che le acque sotterranee, presentano situazioni di non conformità e richiedono pertanto opportuni interventi di messa in sicurezza e risanamento ambientale.

Qualsiasi approccio di bonifica deve tener conto, in particolare, del fatto che la Raffineria, lo Stabilimento Produzione Lubrificanti e l'Area ex AgipPetroli sono siti produttivi attivi, e pertanto ogni intervento deve essere compatibile con l'operatività degli stessi.

L'approccio di bonifica individuato nel presente documento è stato definito da FWIENV, nei contenuti e nella tempistica di realizzazione, sulla base delle seguenti considerazioni:

- a seguito delle risultanze analitiche delle attività di caratterizzazione condotte, Raffineria, STAP e Area ex AgipPetroli del Deposito Petroven hanno provveduto ad integrare la rete di piezometri attrezzati con sistemi Pump & Treat per la messa in sicurezza d'emergenza degli stessi. Sono state inoltre sviluppate specifiche analisi di rischio al fine di stimare il potenziale rischio indotto dalla presenza degli hot-spot, così come definiti dal Ministero dell'Ambiente, presenti nei suoli e nelle acque. I risultati di tale analisi di rischio, condotta secondo i criteri indicati nel documento APAT, ISS e ARPAV "Proposta di criteri di valutazione analisi di rischio per il sito di interesse nazionale di Porto Marghera", sono contenuti nei documenti FWIENV "Messa in Sicurezza d'Emergenza dei suoli e delle acque sotterranee - Studio di analisi di rischio" di febbraio 2005 (Raffineria e STAP) e marzo 2005 (Area ex AgipPetroli del Deposito Petroven), trasmessi agli Enti competenti rispettivamente in data 18/02/05 e 08/03/05. Ove l'analisi condotta ha individuato l'esistenza di un potenziale rischio igienico-sanitario o

ambientale, sono stati definiti i necessari interventi correttivi che ENI S.p.A. Div. R&M sta provvedendo a realizzare;

- in data 15/02/05 è stato siglato un accordo transattivo tra la Società ENI S.p.A. - Div. Refining & Marketing, Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti che vede la partecipazione finanziaria della Società agli interventi di marginamento dei tratti spondali di competenza della Raffineria e dello STAP previste dal Magistrato alle Acque di Venezia (ALLEGATO 2). In base a tale accordo si prevede che saranno realizzati tutti gli interventi di messa in sicurezza delle acque sotterranee (falda del riporto e prima falda) mediante conterminazione dei tratti spondali di pertinenza della Raffineria, dello Stabilimento Produzione Lubrificanti, dell'Area ex AgipPetroli del Deposito Petroven e dell'ex Deposito GPL. Le opere di marginamento saranno realizzate dal Magistrato alle Acque di Venezia e garantiranno, oltre alla protezione spondale, la completa intercettazione delle acque della falda del riporto e della prima falda scolanti verso la Laguna. Fino a che tali opere non saranno completate verranno mantenuti in funzione i sistemi di messa in sicurezza di emergenza mediante pump & treat già attivati (vedi Sezioni relative ai singoli siti);
- gli interventi di bonifica saranno articolati in modo tale da risultare compatibili con la prosecuzione delle attività produttive in essere;
- la valutazione delle caratteristiche morfologiche, geologiche ed idrogeologiche del sito consente di affermare che:
 - la bonifica/messa in sicurezza delle matrici ambientali nelle aree dell'Isola dei Serbatoi e dell'Isola di Raffineria sono gestibili separatamente;
 - le matrici ambientali prima falda e falda di riporto sono gestibili separatamente;
- lo stato qualitativo delle diverse matrici ambientali nei diversi siti in oggetto è riassunto nelle relative Sezioni specifiche.

4.1 Acque di falda

Per quanto riguarda le acque sotterranee, poichè l'accordo siglato tra la Società ENI S.p.A. Div, Refining e Marketing, Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti assicura la progressiva realizzazione delle opere di marginamento dei tratti spondali di competenza ENI previste dal Magistrato alle Acque di Venezia (vedi ALLEGATO 2), viene garantito il contenimento all'interno dei siti della contaminazione riscontrata (messa in sicurezza), a protezione dei recettori esterni (laguna), mediante la conterminazione dell'intero perimetro delle aree di pertinenza della Raffineria, dello STAP, dell'Area ex AgipPetroli del Deposito Petroven e dell'ex Deposito GPL e l'intercettazione delle acque di falda. Si ribadisce, inoltre, che fino al completamento di tali opere, verranno mantenuti in funzione i sistemi di messa in sicurezza di emergenza mediante pump & treat già attivati (vedi relative planimetrie in allegato alle specifiche Sezioni). Lo spegnimento dei sistemi potrà essere anticipato qualora, a seguito dei monitoraggi periodici previsti, sia verificato il raggiungimento della conformità ai limiti del D.M. 471/99 delle acque emunte.

L'inaccessibilità di gran parte delle aree interessate ai fenomeni di contaminazione, a causa della densità di impianti, serbatoi, edifici ed infrastrutture interrato e fuori terra (con particolare riferimento alle zone impinate di Raffineria, STAP e Area ex AgipPetroli del Deposito Petroven; si vedano a tal proposito la planimetria dei siti e la documentazione fotografica riportata in allegato alle specifiche Sezioni), costituiscono oggettive limitazioni nella scelta delle tecnologie più efficaci e dell'ubicazione dei sistemi di bonifica.

Alla luce di quanto sopra, gli interventi illustrati nel presente documenti saranno finalizzati alla progressiva rimozione del carico inquinante disciolto nelle acque di falda, mediante captazione e trattamento delle acque intercettate dai sistemi di marginamento spondale previsti dal MAV e successivo trattamento delle stesse per il riutilizzo interno alla Raffineria, come acqua di processo. Relativamente alla contaminazione da sostanze organiche si prevedono, inoltre, interventi localizzati in aree interne allo stabilimento tesi alla riduzione delle concentrazioni in punti caratterizzati da significative eccedenze dei limiti normativi.

Per quanto riguarda la contaminazione da inorganici, fatti salvi gli interventi attivi di emungimento già realizzati nell'ambito delle attività di messa in sicurezza, si ritiene che, vista la natura delle sostanze più diffuse riscontrate (Manganese, Ferro, Arsenico), il graduale risanamento delle situazioni di inquinamento imputabili ai composti organici potrà consentire il ripristino di condizioni fisico-chimiche delle acque di falda (ossigenazione, aumento del potenziale RedOx) in grado di favorire l'immobilizzazione nei suoli dei suddetti elementi. Per quanto attiene in particolare la prima falda, risultando poco significativa la presenza di sostanze organiche, si ritiene che la presenza sostanzialmente ubiquitaria di Ferro, Manganese e Arsenico sia da attribuire, come già evidenziato in precedenza, alle condizioni fortemente riducenti del corpo idrico sotterraneo (influenzate dall'interscambio con le acque della laguna, come dimostrano i valori di conducibilità elettrica misurati nei piezometri profondi, e che giustifica pure gli elevati valori dei fluoruri) che favoriscono la solubilizzazione della frazione presente nella matrice solida costituente l'acquifero della prima falda (depositi sabbioso/limosi di origine lagunare). Si veda in proposito la nota EniTecnologie riportata in ALLEGATO 4b. Gli interventi già programmati di conterminazione delle macroisole di Raffineria e dei Serbatoi, peraltro, arrivando ad intercettare completamente l'acquifero ospitante la prima falda, permetteranno di arrestare i fenomeni di interazione tra le acque di laguna e la stessa falda. Potrà allora essere attuato un monitoraggio sistematico dei parametri chimico-fisici del corpo idrico sotterraneo, finalizzati a monitorare l'evoluzione del fenomeno.

Gli interventi di bonifica, fatto salvo quanto illustrato relativamente alla prima falda, avranno come obiettivo il raggiungimento nel lungo periodo dei limiti tabellari previsti dal D.M. 471/99.

5. ANALISI DELLE TECNOLOGIE DI BONIFICA

5.1 Tecnologie di bonifica disponibili

Sulla base delle risultanze della caratterizzazione ambientale del sito, con particolare riferimento alla tipologia ed alla distribuzione delle sostanze rinvenute in concentrazioni eccedenti i limiti di legge, e degli obiettivi di cui al capitolo precedente, il primo passo nella scelta delle tecniche di bonifica è stato la compilazione di una rassegna delle tecnologie di bonifica ad oggi disponibili ed un'analisi della loro applicabilità sulla base di considerazioni di carattere ingegneristico, gestionale ed economico e sulla specificità del sito.

A seconda del meccanismo prevalente su cui si basano, si possono distinguere tecnologie di tipo biologico, chimico/fisico e termico.

I trattamenti biologici utilizzano generalmente microrganismi per degradare i contaminanti presenti nei suoli, nei sedimenti e nelle acque, determinando la loro graduale mineralizzazione. I trattamenti chimici comprendono tipicamente reazioni *redox* che trasformano gli inquinanti in composti meno tossici o meno mobili. I trattamenti fisici si basano su sistemi in grado di separare il contaminante dalla matrice solida o liquida e di ottenerli in forma concentrata, destinandoli poi ad un trattamento finale. I trattamenti termici possono indurre la separazione dell'inquinante mediante desorbimento e/o volatilizzazione, oppure causarne la distruzione per pirolisi o ancora provocarne l'immobilizzazione mediante fusione della matrice solida nella quale si trovano.

I processi di bonifica possono essere implementati direttamente sull'area oggetto della contaminazione, in pratica *in situ*, o dopo aver effettuato l'escavazione del suolo o del sedimento contaminato, ovvero *ex situ*. A loro volta i trattamenti *ex situ* vengono definiti *on site* se effettuati all'interno dello stabilimento, *off site* se è necessario ricorrere ad impianti esterni.

In ALLEGATO 3 vengono fornite le descrizioni dettagliate delle più comuni tecnologie disponibili per la bonifica del suolo insaturo e delle acque di falda, classificate secondo la

tipologia di trattamento (biologico, chimico/fisico o termico; in situ o ex situ); il conferimento ad impianto di smaltimento del suolo contaminato esula ovviamente da questa classificazione. Per ogni tecnologia vengono inoltre fornite indicazioni riguardo l'applicabilità per famiglie d'inquinanti, lo stato di sperimentazione della tecnica, i fattori che possono limitarne l'efficienza, le condizioni necessarie da riscontrare e tipologia di analisi di laboratorio e/o prove di campo preliminari all'intervento "full scale", e relativi costi di esecuzione. Per la realizzazione di questa rassegna è stato fatto principalmente riferimento alle informazioni fornite dall'EPA in "Federal Remediation Technologies Roundtable, Remediation Technologies: Screening Matrix and Reference Guide. Version 04".

5.2 Acque della falda di riporto

5.2.1 Tecnologie applicabili

Considerando le caratteristiche di ridotta mobilità della falda, tutte quelle tipologie di trattamento di tipo passivo, che sfruttano cioè il solo gradiente naturale della falda, come ad esempio **le barriere permeabili reattive e le barriere fisiche**, sono da ritenersi applicabili con successo. Tali tecnologie appaiono particolarmente idonee nel caso sia necessario sbarrare il flusso o impedire la migrazione di contaminanti verso recettori sensibili (laguna).

La tecnologia di **biosparging**, benché condizionata negativamente dalle caratteristiche di tessitura fine della matrice solida che ospita la falda, può avere effetti positivi anche sul terreno saturo, in caso di contaminazione da idrocarburi aromatici e alifatici leggeri, giustificandone l'applicazione in situazioni di ridotta estensione dell'area contaminata.

Le stesse considerazioni valgono per la tecnologia di **bioremediation assistita**, poiché basata su un processo di riossigenazione delle acque di falda che possiede le stesse finalità di un classico sistema di Biosparging, ma presenta un differente approccio operativo. Il sistema di bonifica prevede l'installazione in falda di sorgenti a rilascio di ossigeno prolungato nel tempo. L'installazione di tali sostanze *in situ* può avvenire tramite differenti modalità di applicazione, la cui scelta dipende dall'eventuale

contaminazione del terreno (saturo o insaturo), dalle condizioni idrogeologiche (oscillazione livello di falda, velocità di falda e permeabilità dell'acquifero) e dalle condizioni idrochimiche (estensione volumetrico-areale e caratteristiche qualitative del plume della contaminazione) che si riscontrano sull'area da risanare.

Anche l'**ossidazione chimica**, considerando i ridotti tempi di bonifica necessari, come già evidenziato a proposito del suolo (vedi Progetto preliminare di bonifica dei suoli), può ritenersi efficace, in particolare in caso di ridotta estensione areale della contaminazione.

Il sistema di **Multi Phase Extraction (MPE)**, anche se piuttosto complesso dal punto di vista gestionale, risulta efficace in acquiferi a matrice fine. I vantaggi della tecnologia sono particolarmente evidenti nei casi in cui il contaminante è presente contemporaneamente in più fasi: vapore nei pori interstiziali, adsorbito al suolo, disciolto in acqua e come prodotto libero.

Data la particolare morfologia dei siti industriali in oggetto, insediati su due isole della Laguna di Venezia (Macroisola di Raffineria e Isola dei Serbatoi), le caratteristiche idrogeologiche dell'area, con particolare riferimento al ridotto spessore dell'acquifero del riporto, alla portata contenuta della falda del riporto stessa (vedi ALLEGATO 5) ed al flusso radiale della stessa in direzione della linea di costa, generato dall'infiltrazione delle acque piovane nelle aree non pavimentate, si ritiene che la bonifica delle acque di falda del riporto mediante intercettazione fisica prima dell'afflusso in laguna, garantita dalle opere di marginamento previste dal Magistrato delle Acque di Venezia, e successivo **pump & treat**, possa risultare particolarmente efficace. Con tali modalità, infatti sarà possibile garantire progressivamente la completa cattura ed il trattamento delle acque contaminate. Appare inoltre idonea la possibilità di intervento mediante sistemi di emungimento, con l'utilizzo di singoli pozzi in pompaggio, nel caso di fenomeni di contaminazione localizzati e significativi dal punto di vista delle concentrazioni riscontrate. Per entrambe le configurazioni, l'acqua emunta potrà essere riutilizzata come acqua di processo internamente alla Raffineria.

L'**attenuazione naturale** può ritenersi una metodologia di bonifica appropriata quando il raggiungimento degli obiettivi di risanamento è ottenibile entro un tempo ragionevole, se

confrontato con quello di altre tecnologie. Ciò significa che le concentrazioni iniziali degli inquinanti devono essere limitate. Per questo motivo, generalmente, se ne consiglia l'impiego in concomitanza con altre strategie di risanamento (controllo della sorgente, bioremediation assistita, pompaggio) o come trattamento in coda ad altre tecnologie.

Le tecnologie ritenute applicabili per la bonifica della falda del riporto vengono elencate nella Tabella 5.1.

5.2.2 Tecnologie non applicabili

La ridotta soggiacenza e la granulometria riscontrata, piuttosto eterogenea ed in massima parte fine, che caratterizzano l'acquifero della falda, rappresentano caratteristiche fortemente limitanti all'applicazione di sistemi quali l'**estrazione con vapore**, l'**Air-sparging** e **in-well air stripping**, basati sul principio di diffusione nello strato saturo di aria e/o che provocano innalzamento della tavola d'acqua e che richiederebbero, inoltre, la necessità di un numero di punti di insufflazione/estrazione molto elevato. In particolare, l'applicazione dell'Air Sparging appare sconsigliabile anche in relazione all'impossibilità di abbinare tale tecnologia ad un sistema di Soil Vapor Extraction (vedi Progetto Preliminare di Bonifica dei suoli).

5.3 Acque della prima falda

5.3.1 Tecnologie applicabili

Alla luce delle caratteristiche idrogeologiche e di contaminazione della falda confinata, di quanto indicato dal D.M. 471/99, relativamente alla necessità di "privilegiare il ricorso a tecniche che favoriscano la riduzione della movimentazione ed il trattamento nel sito" (Art. 4, comma 4), ed infine, delle esperienze maturate a livello nazionale ed internazionale in termini di sperimentazione dell'efficacia della **bioremediation assistita**, FWIENV ritiene applicabile tale tecnologia alla contaminazione da organici, peraltro molto modesta, rinvenuta nella falda confinata del sito in esame. Come ricordato, il sistema è basato su un processo di riossigenazione delle acque di falda che possiede le stesse finalità di un classico sistema di Biosparging, ma presenta un differente approccio

operativo. La tecnica di bonifica prevede l'installazione in falda di sorgenti a lento rilascio di ossigeno (Oxygen Release Compounds, ORC nel seguito) prolungato nel tempo (da 6 a 12 mesi).

L'installazione degli ORC *in situ* può avvenire tramite differenti modalità di applicazione, la cui scelta dipende dalle condizioni idrogeologiche (oscillazione livello di falda, velocità di falda e permeabilità dell'acquifero) e dalle condizioni idrochimiche (estensione volumetrico-areale e caratteristiche qualitative del plume della contaminazione) che si riscontrano sull'area da risanare.

Considerando le interazioni tra le acque di prima falda e la laguna, denunciate chiaramente dai valori di conducibilità elettrica rilevati nei piezometri profondi, tipici di un'acqua salmastra, alla luce anche delle considerazioni esposte nel paragrafo 4.1, in relazione alle cause ipotizzate circa la presenza di Arsenico, Ferro e Manganese, nonostante un sistema di trattamento del tipo **pump & treat** possa apparire applicabile con efficacia, è necessario considerare i possibili effetti negativi di richiamo sulle acque della laguna, derivanti dall'abbassamento localizzato del carico piezometrico indotto dall'emungimento. In particolare, quindi non si ritiene consigliabile l'applicazione di tale tecnologia su larga scala, come approccio, cioè, mirato al risanamento di aree estese caratterizzate da contaminazione diffusa. Più idonea appare invece la possibilità di intervento mediante l'utilizzo di pozzi di emungimento nel caso di fenomeni di contaminazione localizzati e significativi dal punto di vista delle concentrazioni riscontrate o nel caso di interventi di messa in sicurezza d'emergenza.

Anche per la prima falda, l'**attenuazione naturale** può ritenersi un metodo di bonifica appropriata quando il raggiungimento degli obiettivi di risanamento è ottenibile entro un tempo ragionevole, se confrontato con quello di altre tecnologie. Ciò significa che le concentrazioni iniziali degli inquinanti devono essere limitate.

Le tecnologie ritenute applicabili per la bonifica della falda confinata vengono riassunte nella Tabella 5.2.

5.3.2 *Tecnologie non applicabili*

Considerando le caratteristiche di confinamento e profondità della falda in oggetto, tutte quelle tipologie di trattamento che richiedono lo scavo o l'infissione di setti impermeabili e/o l'installazione di materiali drenanti reattivi, come ad esempio le **barriere microbiologiche, le barriere permeabili reattive e le barriere fisiche**, sono da ritenersi non applicabili. Le elevate profondità da raggiungere pongono infatti grossi problemi realizzativi e la necessità di creare nello strato di argilla che separa le due falde una discontinuità caratterizzata da uno sviluppo lineare significativo rende sconsigliabile l'applicazione di tali tecnologie se non in casi eccezionali, come le opere di marginamento lungo i tratti spondali, per le quali è previsto, tra l'altro, l'immorsamento nell'orizzonte impermeabile che costituisce il letto del primo acquifero confinato.

Le stesse caratteristiche idrogeologiche, con particolare riferimento alla profondità dell'acquifero ed alla presenza di un tetto impermeabile, risultano fortemente limitanti all'applicazione di sistemi quali il **Biosparging, l'Air-sparging, l'estrazione con vapore**, basati sul principio di diffusione nello strato saturo di aria o vapore che, abitualmente, devono essere recuperati (nella porzione di terreno insaturo soprastante) e trattati, o che necessitano dell'innalzamento della tavola d'acqua (**in-well air stripping**).

I vantaggi dei sistemi **Multi Phase Extraction** sono particolarmente evidenti nei casi in cui il contaminante è presente contemporaneamente in più fasi: adsorbito al suolo, disciolto in acqua e come prodotto libero. Nel caso specifico della prima falda, l'unica matrice contaminata (in misura modesta) è l'acqua e non è presente, vista la natura confinata dell'acquifero, un orizzonte insaturo al di sopra della tavola d'acqua.

Tabella 5.1: Tecnologie applicabili per la bonifica della falda del riporto

Tecnologia	metalli	Idrocarburi aromatici e alifatici	IPA e PCB	Organoclorurati
Barriere Fisiche/Trincee drenanti	X	X	X	X
Multi Phase Extraction	X	X	X	X
Bioremediation assistita/Biosparging		X	X	X*
Ossidazione Chimica		X	X	X
Barriere Permeabili Reattive	X	X	X	X
Attenuazione Naturale	X	X	X	X
Pump & Treat	X	X	X	X

* = applicabile ad eteni, etani e metani con basso numero di atomi di cloro (≤ 2)

Febbraio 2005

Rev. 0

24 di 47

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda

Contratto FWIENV n° 1-BH-0220

Tabella 5.2: Tecnologie applicabili per la bonifica della prima falda

Tecnologia	Metalli	MTBE	IPA
Attenuazione Naturale	X	X	X
Bioremediation assistita		X	X
Pump & Treat	X	X	X

Febbraio 2005

Rev. 0

25 di 47

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing
 Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero
 dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
 Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda

Contratto FWIENV n° 1-BH-0220

6. TECNOLOGIE SELEZIONATE PER LA BONIFICA

6.1 Acque della falda del riporto

FWIENV prevede, quale principale tecnologia di bonifica della falda del riporto, alla luce delle favorevoli sinergie legate al progetto di conterminazione delle Isole di Raffineria e dei Serbatoi previsto dal Magistrato delle Acque di Venezia, la captazione ed il successivo trattamento (pump & treat) delle acque afferenti allo sbarramento fisico delle opere di marginamento, lungo i tratti di pertinenza ENI S.p.A. Div. R&M: Raffineria (inclusa l'Isola dei Serbatoi), STAP, ex Deposito GPL, area ex AgipPetroli del deposito Petroven (vedi Appendice 1 dell'ALLEGATO 5). Tali opere, realizzate ad onere e cure del MAV (vedi ALLEGATO 2), consistono nella realizzazione di un palancolato metallico (palancole tipo Larssen dotate di giunto poliuretano di impermeabilizzazione, infisse a diverse profondità, a seconda dello specifico tratto spondale) che intercetta completamente l'acquifero della falda del riporto e della prima falda. La captazione delle acque verrà effettuata grazie ad appositi dreni (tubazioni microfessurate), posti a tergo delle strutture di marginamento, che convogliano a pozzetti di sfioro. Da questi, attraverso tubazioni a gravità che corrono parallele ai dreni, le acque saranno trasferite alle vasche di rilancio (limite di batteria MAV). Da tali vasche le acque saranno pompate ad onere e cura di ENI S.p.A. Div. R&M ad apposito impianto di trattamento interno alla Raffineria (vedi Capitolo 7), per il successivo riutilizzo in sostituzione di quantità equivalenti di acqua industriale, quale alimento dell'impianto di demineralizzazione acqua per la produzione di vapore.

Il Progetto Integrato Fusina (PIF), prevede la ristrutturazione e l'ampliamento della rete fognaria esistente ed il potenziamento dell'impianto VESTA, per il convogliamento delle acque di falda e/o meteoriche drenate dalle opere di marginamento delle sponde che verranno realizzate dal MAV in tutta l'area industriale di Porto Marghera. ENI S.p.A. Div. R&M si avvarrà di tale possibilità solo in caso di indisponibilità del proprio impianto TAF per manutenzione o di arresto per analogo motivo degli impianti di Raffineria, con conseguente mancato consumo di acqua demineralizzata per la produzione di vapore.

Si prevede inoltre l'installazione di localizzati sistemi di pump & treat in corrispondenza di piezometri ubicati nelle aree interne della Raffineria e dell'Area ex AgipPetroli del Deposito Petroven, caratterizzati da peculiari caratteristiche di contaminazione, ed il monitoraggio dei fenomeni di attenuazione naturale.

Le planimetrie con l'ubicazione delle aree di intervento mediante applicazione delle suddette tecnologie di bonifica sono riportate in allegato alle Sezioni relative ai diversi siti.

6.2 Acque della prima falda

Come dettagliatamente descritto nelle Sezioni relative ai diversi siti, la contaminazione rilevata nella prima falda confinata è limitata a Ferro, Manganese, Arsenico, per quanto riguarda le sostanze inorganiche, mentre, i composti organici presenti in concentrazioni eccedenti i limiti di legge sono limitati ad IPA (piezometro PZ54 in Raffineria, piezometri PZA e PZB in area ex AgipPetroli del Deposito Petroven), MTBE (piezometro PZ63 in Raffineria e piezometro PZC in area ex AgipPetroli del Deposito Petroven) ed esaclorobenzene (piezometro PZB in area ex AgipPetroli del Deposito Petroven) in concentrazioni contenute. Tra questi, il piezometro PZA, in area ex AgipPetroli del Deposito Petroven, è attualmente attrezzato con sistema di pompaggio quale misura di messa in sicurezza d'emergenza.

FWIENV propone il mantenimento in funzione del sistema di emungimento del piezometro PZA fino al completamento delle opere di marginamento previste dal MAV ed successivo monitoraggio dei fenomeni di bioattenuazione che, nel lungo periodo, ritiene sufficienti a riportare entro i limiti tabellari la concentrazione dei suddetti composti organici nel PZA stesso e nei piezometri PZ54 e PZ63 di Raffineria e, PZB e PZC in area ex AgipPetroli del Deposito Petroven.

Si prevede, inoltre, di monitorare le caratteristiche fisico – chimiche delle acque di prima falda onde verificare, a seguito dell'isolamento del corpo idrico sotterraneo dalla laguna, l'evoluzione delle stesse e dei potenziali fenomeni di attenuazione naturale ad esse associate.

Le planimetrie con l'ubicazione degli interventi di bonifica previsti sono riportate in allegato alle Sezioni relative ai diversi siti.

7. RIUTILIZZO DELLE ACQUE DI FALDA

Come più volte sottolineato, si prevede il riutilizzo delle acque di falda emunte/captate dai sistemi di bonifica di cui al presente documento (incluse le acque intercettate dalle opere di conterminazione spondale previste dal Magistrato delle Acque di Venezia) e di messa in sicurezza d'emergenza già attivati (pump & treat) nelle aree di pertinenza ENI S.p.A. - Div. R&M. Nelle more di realizzazione di tale impianto, ENI S.p.A. - Div. R&M prevede la possibilità di inviare le acque di cui sopra, relative alle aree di Raffineria, STAP, area ex AgipPetroli del Deposito Petroven ed ex Deposito GPL, all'impianto di trattamento delle acque reflue della Raffineria (TAE), che continuerà a scaricare nel rispetto dei limiti della Tabella A Sezioni 1, 2 e 3 del Decreto 30 luglio 1999, in ottemperanza all'autorizzazione vigente.

7.1 Inquadramento Normativo

Le acque di falda, opportunamente pre-trattate, verranno riutilizzate all'interno della Raffineria stessa come acque di processo, in sostituzione di quantità equivalenti di acqua industriale, quale alimento dell'impianto di demineralizzazione per la produzione di vapore, come previsto dal Decreto del Ministero dell'Ambiente 185/03 (Articolo 3).

L'articolo 4 del citato decreto riporta i requisiti che le acque da riutilizzare devono possedere. In particolare, si stabilisce che *"...omissis... in caso di riutilizzo per destinazioni d'uso industriale, le parti interessate concordano limiti specifici in relazione alle esigenze dei cicli produttivi nei quali avviene il riutilizzo, nel rispetto comunque dei valori previsti per lo scarico in acque superficiali dalla tabella 3 dell'allegato 5 del decreto legislativo 152 del 1999"*.

Nel caso specifico, fermo restando il rispetto dei limiti generali imposti dal D.M. 185/03, le acque riutilizzate dovranno soddisfare criteri di qualità interna che le qualificano come idonee al riutilizzo come acque di processo, ed in particolare, affinché queste possano essere riutilizzate per la produzione di acqua demineralizzata. Tali caratteristiche qualitative, stabilite dalla raffineria stessa, sono riportate in ALLEGATO 6a.

7.2 Determinazione delle basi di progetto

Le basi di progetto per l'impianto di trattamento delle acque di falda sono state elaborate a partire dai risultati analitici raccolti tra il 1999 e il 2004, appositamente rielaborati in termini di media ponderata, in funzione delle portate stimate sulla base del modello idrogeologico di flusso implementato da FWIENV (ALLEGATO 5).

Grazie a tale modello, relativamente alla Macroisola di Raffineria, è stato possibile stimare che circa il 22 % della ricarica meteorica efficace media annuale (0,92 l/s su 4,2 l/s complessivi) defluisce in laguna nei tratti di pertinenza ENI S.p.A. Div. R&M (Ex deposito GPL, Raffineria, STAP, area Ex AgipPetroli del deposito Petroven). Per quanto concerne l'Isola dei Serbatoi la ricarica meteorica efficace (1,49 l/s) risulta interamente di pertinenza ENI.

I tassi di ricarica meteorica efficace media annuale utilizzati per la stima del deflusso delle acque della falda di riporto verso la laguna sono quelli riportati nel documento "Studio idrologico del contributo alla ricarica della falda nella zona di Porto Marghera Dicembre 2004", Centro Internazionale di Idrologia "Dino Tonini" dell'Università di Padova. Benchè FWIENV ritenga che i deflussi medi nei tratti di pertinenza ENI S.p.A. Div. R&M così calcolati siano sovrastimati (i tassi di ricarica meteorica di cui sopra non considerano la componente di ruscellamento superficiale), tali valori di portata sono stati comunque considerati, in via cautelativa, ai fini del dimensionamento idraulico dell'impianto di trattamento acque di falda.

Le simulazioni effettuate inoltre, hanno permesso di valutare il percorso dei filetti fluidi della falda del riporto a partire da ciascun piezometro superficiale presente nel sito, fino alle sponde delle isole (laguna). Si è potuto, quindi, valutare la qualità media dell'acqua (in termini di concentrazione di ciascun analita) relativa ad ognuno dei tratti spondali di pertinenza ENI S.p.A. Div. Refining & Marketing. Il valore di concentrazione considerato quale base di progetto per l'impianto di trattamento dell'acqua di falda è stato infine ottenuto pesando le concentrazioni medie associate ai singoli tratti spondali, in funzione della portata afferente alla laguna nei medesimi tratti (vedi ALLEGATO 6b).

Seguendo le indicazioni contenute nel decreto ministeriale 185/03, si è proceduto ad un confronto tra le concentrazioni medie delle acque di falda e le caratteristiche qualitative richieste per la destinazione d'uso finale (acqua industriale di Raffineria, ALLEGATO 6a), verificando al contempo il rispetto dei limiti imposti dal D.L. 152/99. .

Le analisi svolte in fase di caratterizzazione e monitoraggio periodico evidenziano che il contenuto medio dei contaminanti nell'acqua di falda, calcolato come descritto sopra, non può essere paragonato direttamente alla qualità delle acque superficiali normalmente utilizzate quali acque industriali, mancando, tra le due, corrispondenza completa in termini di analiti ricercati.

In particolare, per quel che concerne le caratteristiche delle acque industriali, vengono indicate le rispettive concentrazioni dei cationi (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+) e degli anioni (SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , NO_3^- , PO_4^{3-}) per i quali non sono disponibili indicazioni per le acque di falda in oggetto.

La presenza di idrocarburi, invece, risulta superiore a quanto prescritto dagli standard di qualità interna: la frazione DRO+GRO nelle acque di falda somma a 0,29 mg/l superando così i limiti interni richiesti che sono pari a 0,1 mg/l. Per quel che concerne il valore del COD, che pure non è stato misurato direttamente (e quindi non è direttamente confrontabile), si ritiene che questo rientri all'interno dei valori qualitativi imposti. Le analisi svolte sull'acqua di falda confermano, invece, che il pH risponde già ai requisiti funzionali al riutilizzo interno, collocandosi entro il range stabilito 7,2 - 7,8.

Pertanto, la necessità di predisporre un pre-trattamento delle acque emunte viene considerata funzionale al solo rispetto degli obiettivi qualitativi, tali per cui le acque possano essere riutilizzate.

7.3 Descrizione del sistema di pretrattamento

L'impianto di pretrattamento proposto si compone di tre unità che avranno lo scopo di trattare le acque di falda provenienti dai sistemi di bonifica e di messa in sicurezza previsti o già in funzione nelle aree di pertinenza ENI S.p.A. Div. R&M. Si faccia riferimento allo schema di

processo dell'impianto riportato in ALLEGATO 6c e alla planimetria riportata in ALLEGATO 6d.

Come descritto nel precedente paragrafo, il modello di precipitazione, infiltrazione e deflusso attraverso l'acquifero superficiale implementato (vedi ALLEGATO 5), ha permesso di valutare il valore medio di portata delle acque di falda del riporto potenzialmente afferenti alla laguna lungo i tratti spondali di pertinenza ENI S.p.A. Div. Refining & Marketing. Tale portata è stata conservativamente stimata, utilizzando i dati di infiltrazione specifica riportati nello "Studio Idrogeologico del contributo alla ricarica della falda nella zona di Porto Marghera (VE)" dell'Università di Padova, in circa 8,7 m³/h (2,41 l/s). Si è ritenuto opportuno maggiorare tale valore del 60%, per garantire un opportuno sovradimensionamento idraulico dell'impianto. La portata di progetto sarà pertanto pari a 14 m³/h.

Lo schema proposto consta di n°3 unità:

- Unità 1 – costituita da un serbatoio di raccolta e da un filtro a carboni attivi per il trattamento dell'azoto di polmonazione usato nel serbatoio di raccolta;
- Unità 2 – costituita da 2 filtri a cartuccia posti in parallelo;
- Unità 3 – costituita da 4 filtri a carboni attivi su due linee in parallelo.

7.3.1 Unità 1 –Serbatoio S-01

L'impianto di pretrattamento sarà dotato di un'unità di accumulo/equalizzazione relativamente piccolo, in quanto, l'acquifero stesso svolge un ruolo di laminazione.

Il serbatoio S-01 avrà lo scopo di accumulare le acque falda emunte/captate dai sistemi di bonifica/messa in sicurezza. Per il dimensionamento si ritiene sufficiente imporre un periodo di ritenzione idraulica pari a circa 5 ore: tale volume è sufficiente al fine di garantire una maggiore continuità al pre-trattamento a valle.

Il volume del serbatoio sarà pertanto pari a 70 m³ ed avrà un diametro di 4 m. Due pompe di mandata (una in servizio, l'altra di riserva) saranno utilizzate per inviare l'acqua in uscita dal

serbatoio S-01 alla sezione di pre-trattamento: il funzionamento delle due pompe sarà regolato dal controllo di livello nel serbatoio.

Il serbatoio S-01 sarà polmonato con azoto e lo sfiato opportunamente trattato. Le eventuali tracce d'inquinanti saranno rimosse tramite la filtrazione su carboni attivi della portata gassosa effluente il cui scopo sarà adsorbire le sostanze organiche impedendone la loro immissione in atmosfera. A questo scopo si utilizzeranno due filtri a carboni attivi in serie, CA 01 A/B, ognuno del volume di 100 l. Lo sfiato sarà discontinuo, in funzione dei cicli di riempimento e svuotamento del serbatoi S-01, con portata dipendente dalla differenza tra flusso di acqua in ingresso (proveniente dalle vasche di rilancio MAV) e in uscita (verso i filtri a cartuccia).

7.3.2 Unità 2 –Filtri a cartuccia PK 01 A/B

L'unità 2 è costituita da un sistema di filtrazione a cartuccia il cui scopo è la rimozione di solidi sospesi eventualmente presenti nelle acque di falda. Seppure dalle risultanze analitiche non sia stata evidenziata la presenza di solidi sospesi, questa scelta progettuale è giustificata dalla necessità di garantire un buon funzionamento dei filtri a carboni attivi, posti a valle.

Il sistema sarà dotato di due filtri identici che lavoreranno in parallelo: le cartucce che costituiscono i filtri saranno pertanto sostituibili, senza mettere fuori servizio l'intero impianto.

7.3.3 Unità 3 –Filtri a carboni attivi F 01 A/B

Dopo aver subito la filtrazione nell'unità 2, le acque entrano nell'unità 3, costituita da 4 filtri a carboni attivi in serie per il finissaggio, prima di essere riutilizzate per la produzione di acqua demineralizzata.

I n° 4 filtri, da 4 m³ circa ciascuno, sono installati su n° 2 linee che lavorano in parallelo, ciascuna dotata di n°2 filtri in serie. Lo scopo è quello di rimuovere eventuali picchi di concentrazione dei composti organici.

Su ogni linea, i filtri saranno utilizzati in serie per garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità interni: il sistema sarà dotato di un by-pass idraulico per consentire la manutenzione o fermata di uno dei filtri senza arrestare l'impianto.

Sulla base dello schema di processo preliminare proposto sarà possibile ottenere che la concentrazione degli idrocarburi risulti accettabile al limite di batteria (quindi minore uguale a 0,1 mg/l) e che le acque possano essere riutilizzate all'interno della Raffineria come acque di processo.

7.4 Ubicazione dell'impianto

Come è possibile evincere dalla planimetria riportata in ALLEGATO 6d, l'ingombro areale dell'impianto è di circa 110 m² (14 m x 8 m). Per la realizzazione dello stesso è stata individuata l'area di Raffineria indicata nella planimetria riportata in ALLEGATO 6e.

I sondaggi eseguiti in passato nelle immediate vicinanze di tale zona (PZ46, PZ66 e S50) non hanno evidenziato nei suoli alcun superamento dei limiti normativi applicabili.

Il terreno scavato per la realizzazione delle fondazioni dell'impianto (circa 200 m³) sarà trasportato presso l'apposita area di deposito preliminare DP1 per la successiva caratterizzazione analitica completa, finalizzata ad attribuire il codice CER per il successivo smaltimento/recupero in idoneo impianto, ai sensi della vigente normativa (D. Lgs. 22/97, Dlgs. 13/01/2003 n° 36, D.M. 13/3/2003 relativo ai "Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica").

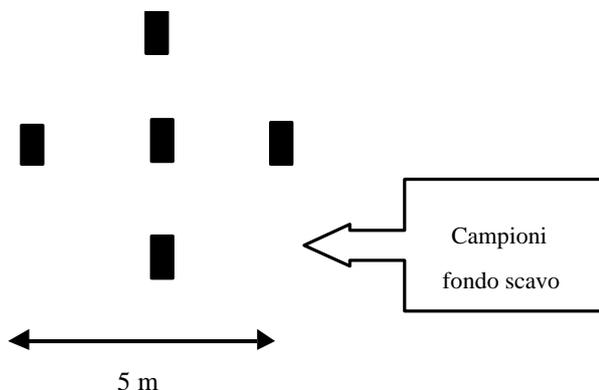
La verifica della qualità ambientale del terreno lasciato in situ, a seguito dello scavo, verrà effettuata prelevando i campioni di terreno dalle pareti oltre che da fondo scavo. Le aliquote di fondo scavo saranno prelevate ai vertici e al centro dell'area di scavo (vedi Figura 7.1), e le aliquote di parete sui lati dello scavo stesso, secondo il seguente criterio:

- certificazione fondo scavo: prelievo di 5 aliquote di terreno dal fondo scavo (vedi schema seguente) per ogni modulo 5 m x 5 m, formazione di un campione composito e caratterizzazione analitica.

- certificazione pareti: prelievo di un'aliquota per ogni 5 metri lineari di parete ed analisi del campione composito relativo ad ogni singola parete.

Su tali campioni medi saranno ricercati tutti gli analiti stabiliti dal "Protocollo operativo per la caratterizzazione dei siti ai sensi del D.M. 471/99 e dell'accordo di programma per la chimica di Porto Marghera", del giugno 2001. I campioni saranno prelevati in triplice aliquota, previa comunicazione alle Autorità Competenti: la prima sarà inviata al laboratorio per le determinazioni analitiche, la seconda sarà messa a disposizione per gli accertamenti di competenza dei Servizi A.R.P.A. e della Provincia, mentre la terza aliquota rimarrà a disposizione per eventuali controanalisi. Nel caso in cui il campione composito non rispettasse i limiti applicabili, saranno analizzate singolarmente le singole aliquote prelevate e lo scavo verrà allargato/approfondito in base a quanto emerso dalle determinazioni analitiche.

Figura 7.1: Schema di campionamento aliquote di fondo scavo



7.5 Area di deposito preliminare terreno scavato

L'area di deposito preliminare DP1 sarà realizzata nel settore Nord della Raffineria. Tutti i campioni di terreno prelevati nel corso delle attività di caratterizzazione condotte in tale zona (sondaggi PZ70, S240, S241, S244, S245, S285) sono risultati conformi, in termini di concentrazioni degli analiti ricercati, ai limiti previsti dal D.M. 471/99. L'area DP1 occuperà

una superficie di circa 1.700 m², per una capacità complessiva di stoccaggio pari a circa 1.400 m³. I cumuli avranno forma tronco piramidale, con le seguenti dimensioni di massima: base 15m x 10m, altezza 3 m, scarpa 40°, per un volume stimato di circa 200 m³.

L'ubicazione della piattaforma di deposito è riportata nella planimetria in ALLEGATO 6g.

I cumuli saranno ricoperti da teli impermeabili di PVC o LDPE, di spessore minimo pari a 0,3 mm. I teli saranno posati con cura ed opportunamente ancorati; i cumuli di terreno potranno essere confinati mediante l'uso di appositi elementi prefabbricati a "L" in c.a. (tipo New Jersey). Le acque meteoriche saranno sfiorate nell'esistente sistema fognario di Raffineria per il successivo trattamento nell'esistente impianto di trattamento effluenti.

L'area di deposito preliminare DP1 sarà realizzata secondo le seguenti modalità costruttive:

- Sottofondo in materiale misto di cava di pezzatura 40/100 mm, per garantire stabilità alla piattaforma.
- Strato di sabbia dello spessore di circa 150-200 mm.
- Compattazione mediante rullatura e preparazione in modo tale da conferire al fondo una conformazione a schiena d'asino con pendenza verso l'esterno dell'area tale da garantire il deflusso delle acque piovane verso le canalette periferiche di drenaggio.
- Strato di impermeabilizzazione costituito da teli in HDPE di spessore pari a 2 mm uniti tra loro mediante saldatura. I teli verranno stesi e saldati sul posto con idonee modalità, in accordo con i criteri generali per la saldatura ed il controllo della qualità previsti dalle norme UNI 10657;
- Strato di separazione in sabbia di circa 100 mm.
- Strato in materiale Stabilizzato dello spessore di circa 250 mm.
- Strato finale costituito da conglomerato bituminoso, per uno spessore pari a 170 mm.
- Messa in opera, lungo il perimetro dell'area, di canalette in calcestruzzo per la raccolta e il convogliamento delle acque meteoriche.

La piazzola sarà realizzata con pendenze idonee ad assicurare il deflusso delle acque di

pioggia verso le canaline di raccolta (1% circa). La sezione della piazzola è riportata in ALLEGATO 6h.

7.6 Monitoraggio in corso d'opera

Per verificare l'evoluzione delle caratteristiche qualitative delle acque di falda provenienti dai sistemi di bonifica/messa in sicurezza e la performance dell'impianto di trattamento è previsto il seguente piano di monitoraggio.

Sarà analizzato lo stream liquido in ingresso e uscita dall'impianto di trattamento acque di falda per la verifica della performance dello stesso in termini di capacità di riduzione delle concentrazioni in ingresso al di sotto dei valori accettabili per il riutilizzo quale acqua di processo (vedi ALLEGATO 6a). In particolare, con cadenza settimanale per il primo mese e trimestralmente successivamente, saranno analizzate le concentrazioni nel flusso di acqua proveniente dai sistemi di bonifica della falda del riporto e del flusso in uscita, relativamente ai parametri previsti dalla specifica per le acque industriali destinate all'alimento dell'impianto di demineralizzazione acqua per la produzione di vapore.

8. GESTIONE DELLA SICUREZZA DURANTE LE ATTIVITA' DI BONIFICA

Tutte le attività di bonifica delle acque di falda, sia durante l'installazione dei sistemi che durante il loro esercizio, inclusa la realizzazione dell'impianto di trattamento acque di falda, saranno gestite nel pieno rispetto della vigente normativa in materia di sicurezza sul lavoro (D.L. n.626 del 19/09/94 s.m.i., D.L. 494/96 s.m.i. se applicabile, ecc.). In particolare, visto il contesto industriale in cui si opererà, sarà preparato, prima dell'inizio dei lavori, un apposito documento che illustri nel dettaglio le attività e le lavorazioni da eseguire, i potenziali rischi per il personale coinvolto e le modalità e/o procedure necessarie per una corretta esecuzione in sicurezza delle attività stesse.

In generale, le attività di realizzazione dei sistemi di bonifica prevedono la realizzazione di fondazioni per l'impianto TAF e scavi superficiali per la posa di tubazioni in aree potenzialmente interessate da presenza di terreni e acqua di falda contaminate; saranno pertanto adottate tutte le procedure ed i dispositivi di protezione individuale per la protezione dei lavoratori, secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

I DPI di cui potranno essere dotati gli operatori impiegati nell'esecuzione delle attività di costruzione (indicativamente scarpe antinfortunistica, elmetto di protezione per il capo, guanti, occhiali, cuffie di protezione per l'udito, maschere facciali con opportuni filtri combinati, tuta in tyvek), saranno individuati in funzione delle aree specifiche di lavoro.

Le aree soggette a perforazione, escavazione, montaggi meccanici saranno attrezzate, per tutta la durata dei attività, con le strutture necessarie alla protezione delle zone di lavoro (recinzioni, cartelli, parapetti, ecc.).

I lavori di scavo saranno preceduti, ove necessario, dalla demolizione/rimozione delle eventuali solette presenti e dello strato di asfalto stradale (i.e. attraversamenti). Per la gestione dei materiali si veda il Progetto Preliminare di Bonifica dei suoli. Nell'esecuzione di tali attività sarà riposta la massima attenzione, per la possibile presenza di sottoservizi o opere in CLS.

Tutti i mezzi di perforazione, scavo e movimentazione dei materiali scavati e delle apparecchiature saranno dotati della documentazione/certificazione prevista dalla normativa vigente.

Tutti gli scavi saranno perimetrati da parapetti di altezza non inferiore a 1,10 m con i seguenti requisiti:

- possibilità di rimozione manuale senza l'uso di attrezzi per agevolare in modo rapido le operazioni di un eventuale soccorso;
- "trasparenza" sufficiente a garantire la necessaria visibilità da parte degli operatori preposti al controllo delle attività di campo
- rompitratta intermedio a 50÷60 cm da p.c..

9. TEMPISTICA DEGLI INTERVENTI

Gli interventi descritti nel presente documento prevedono, a seguito dell'approvazione dello stesso da parte degli Enti competenti:

- la realizzazione dell'impianto di trattamento acque di falda finalizzato al riutilizzo delle acque emunte/captate dai sistemi di bonifica, stimata in circa 12÷15 mesi
- la realizzazione dei sistemi puntuali di bonifica mediante Pump & Treat, stimata in circa 4÷5 mesi.

La realizzazione dei sistemi di pompaggio e convogliamento dell'acqua della falda di riporto intercettata dalle opere di marginamento procederà conseguentemente al progressivo completamento da parte del MAV delle opere di cui sopra, ai programmi del quale si rimanda per la tempistica di esecuzione.

La valutazione della durata complessiva di trattamento delle acque della falda di riporto potrà essere effettuata dopo un periodo di esercizio dei sistemi previsti pari a circa 10 anni, nel quale sarà monitorata l'evoluzione dello stato qualitativo delle acque di falda e la performance dei sistemi di bonifica, tenendo altresì conto dei piani futuri di sviluppo dell'area.

10. STIMA DEI COSTI DI INTERVENTO

E' stata effettuata una stima \pm 20% dei costi complessivi relativi agli interventi di bonifica descritti nel presente documento, così suddivisa:

			Costo Totale (K€)
A	Installazione degli impianti di bonifica		
A.1	Installazione sistema di pompaggio e collettamento all'impianto TAF delle acque intercettate dalle opere di marginamento previste dal MAV	Corpo	70
A.2	Installazione impianto di trattamento acque di falda emunte dai sistemi di bonifica	Corpo	391
A.3	Installazione sistemi di emungimento localizzati in Raffineria e invio all'impianto TAF	Corpo	68
A.4	Installazione sistemi di emungimento localizzati in area ex AgipPetroli del Deposito Petroven e invio all'impianto TAF	Corpo	31
	Totale costi di installazione (A)		560
B	Gestione degli impianti di bonifica		
B.1	Gestione sistema di pompaggio all'impianto TAF delle acque intercettate dalle opere di marginamento previste dal MAV	Corpo	21
B.2	Gestione impianto di trattamento acque di falda emunte dai sistemi di bonifica	Corpo	135
B.3	Gestione sistemi di emungimento localizzati in Raffineria	Corpo	23
B.4	Gestione sistemi di emungimento localizzati in area ex AgipPetroli del Deposito Petroven	Corpo	10
	Totale costi annuali di gestione (B)		189
C	Monitoraggi periodici Raffineria e STAP		
C.1	Monitoraggi qualità acqua di falda del riporto e di prima falda e performance dei sistemi di bonifica (Pump & Treat e attenuazione naturale)	Corpo	305

			Costo Totale (K€)
D	Monitoraggi periodici area ex AgipPetroli Petroven		
D.1	Monitoraggi qualità acqua di falda del riporto e di prima falda e performance dei sistemi di bonifica (Pump & Treat e attenuazione naturale)	Corpo	89
E	Monitoraggi periodici impianto TAF		
E.1	Monitoraggi performance impianto TAF	Corpo	16
	Totale costi annuali di monitoraggio (C+D+E)		410

ALLEGATO 1: Ubicazione dei siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato tra la Società ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing, il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti: Raffineria di Venezia, Stabilimento Produzione Lubrificanti, Ex deposito GPL, area ex AgipPetroli del deposito PetroVen

Marzo 2005

Rev. 0

42 di 47

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda
Contratto FWIENV n° 1-BH-0220

ALLEGATO 2: Interventi di conterminazione previsti dal Magistrato alle Acque di Venezia per i tratti spondali di pertinenza Eni S.p.A. Div. R&M

Marzo 2005

Rev. 0

43 di 47

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda
Contratto FWIENV n° 1-BH-0220

ALLEGATO 3: Rassegna delle tecnologie disponibili di bonifica

Marzo 2005

Rev. 0

44 di 47

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda
Contratto FWIENV n° 1-BH-0220

ALLEGATO 4: Documenti EniTecnologie relativi alla presenza di Arsenico nelle acque di falda

- 4a Nota CEAMB 51-2004 “Presenza di Arsenico nelle acque sotterranee a Porto Marghera - Proposta di ricerca”

- 4b Nota CEAMB 14-2005 “Presenza di Arsenico nelle acque sotterranee a Porto Marghera”

Marzo 2005

Rev. 0

45 di 47

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda
Contratto FWIENV n° 1-BH-0220

ALLEGATO 5: Stima della portata d'acqua della falda del riporto afferente alla laguna

Marzo 2005

Rev. 0

46 di 47

ENI S.p.A. Divisione Refining & Marketing
Siti di cui all'accordo transattivo del 15/02/05 stipulato con il Ministero
dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
Progetto Definitivo di Bonifica delle Acque di Falda
Contratto FWIENV n° 1-BH-0220

ALLEGATO 6: Basi di progetto dell'impianto di trattamento acque di falda per il riutilizzo interno alla Raffineria

- 6a Valori di concentrazione per l'utilizzo come acque industriali in Raffineria
- 6b Medie ponderate dei valori di concentrazione nelle acque di falda del riporto afferenti ai tratti spondali di pertinenza Eni S.p.A. Div. R&M
- 6c Schema di processo del nuovo impianto di pretrattamento acque di falda
- 6d Planimetria del nuovo impianto di pretrattamento acque di falda
- 6e Ubicazione area impianto di pretrattamento delle acque di falda
- 6f Layout delle tubazioni di collegamento tra le opere di captazione previste dal MAV e l'impianto di pretrattamento acque di falda
- 6g Ubicazione area di deposito temporaneo DP1
- 6h Sezione area di deposito temporaneo DP1